

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-230751

(43)公開日 平成6年(1994)8月19日

(51)Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 9 G 3/36		7319-5G		
G 0 2 F 1/133	5 4 5	9226-2K		
	5 6 0	9226-2K		
1/1337		9225-2K		

審査請求 未請求 請求項の数27 F D (全 21 頁)

(21)出願番号	特願平5-121996	(71)出願人	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(22)出願日	平成5年(1993)4月26日	(72)発明者	田中 孝昭 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
(31)優先権主張番号	特願平4-114480	(72)発明者	佐藤 譲 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
(32)優先日	平4(1992)5月7日	(72)発明者	野村 浩朗 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
(33)優先権主張国	日本(JP)	(74)代理人	弁理士 菅 直人 (外1名)
(31)優先権主張番号	特願平4-141442		
(32)優先日	平4(1992)6月2日		
(33)優先権主張国	日本(JP)		
(31)優先権主張番号	特願平4-189437		
(32)優先日	平4(1992)7月16日		
(33)優先権主張国	日本(JP)		

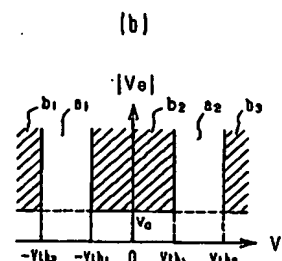
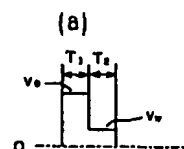
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 2つの準安定状態を持つ液晶表示装置及びその駆動方法

## (57)【要約】

【目的】 ネマティック液晶を用いた液晶表示装置に双安定性を付与して高コントラスト比、広視野角を維持しながら高精細表示に対応可能な高速マルチブレックス駆動の液晶表示装置を提供する。

【構成】 ねじれ構造を有するカイラルネマティック液晶を挟持した液晶表示装置にフレデリクス転移を生じさせるパルス電圧を印加する期間、2つのいずれかの準安定状態を生ずる臨界値を基準として選択された電圧パルスを印加する期間を設け、双安定状態間をスイッチングして表示する液晶表示装置。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 液晶配向膜が設けられた一対の透明電極基板間にカイラルネマティック液晶を挟持し、該カイラルネマティック液晶は初期状態においてねじれ角 $\phi$ のねじれ構造を有し、該初期状態にフレデリクス転移を生じさせる電圧を印加した後の緩和状態として該初期状態とは異なる2つの準安定状態を有する液晶表示装置において、フレデリクス転移を生じさせるために印加される電圧を初期状態及び2つの準安定状態における閾値以上の電圧パルスとし、その後2つの準安定状態のいずれか一方を選択するために印加される電圧を2つのいずれかの準安定状態を生ずる臨界値を基準として選択される電圧パルスとすることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】 初期状態において液晶配向膜と接しているダイレクターベクトルが一対の透明電極基板の面となす角度が逆符号の関係にある請求項1記載の液晶表示装置。

【請求項3】 2つの準安定状態における液晶分子のねじれ角は、一方は $\phi - 180^\circ$ 、他方は $\phi + 180^\circ$ である請求項1記載の液晶表示装置。

【請求項4】 臨界値を複数有し、準安定状態のいずれか一方を選択するために印加される電圧パルスの絶対値が最も低い絶対値の臨界値以下のとき、ねじれ角 $\phi + 180^\circ$ の準安定状態が選択される請求項2又は3記載の液晶表示装置。

【請求項5】 臨界値を複数有し、準安定状態のいずれか一方を選択するために印加される電圧パルスの絶対値が最も低い絶対値の臨界値と絶対値が次に低い臨界値の間の値のとき、ねじれ角 $\phi - 180^\circ$ の準安定状態が選択される請求項2又は3記載の液晶表示装置。

【請求項6】 一対の透明電極基板には、それぞれ走査電極群、信号電極群が配置され、それらの群によって構成される画素が時分割駆動される請求項1記載の液晶表示装置。

【請求項7】 液晶配向膜が設けられた一対の透明電極基板間にカイラルネマティック液晶を挟持し、該カイラルネマティック液晶は初期状態においてねじれ角 $\phi$ のねじれ構造を有し、該初期状態にフレデリクス転移を生じさせる電圧を印加した後の緩和状態として該初期状態とは異なる2つの準安定状態を有する液晶表示装置において、フレデリクス転移を生じさせるために印加される電圧を初期状態及び2つの準安定状態における閾値以上の電圧パルスとし、2つの準安定状態のいずれか一方を選択するために印加される電圧を2つのいずれかの準安定状態を生ずる臨界値を基準として選択される電圧パルスとし、その選択された準安定状態を維持する期間に印加される電圧を2つの準安定状態における閾値以下の電圧パルスとすることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項8】 液晶配向膜が設けられた一対の透明電極基板間にカイラルネマティック液晶を挟持し、該カイラ

ルネマティック液晶は初期状態においてねじれ角 $\phi$ のねじれ構造を有し、該初期状態にフレデリクス転移を生じさせる電圧を印加した後の緩和状態として該初期状態とは異なる2つの準安定状態を有する液晶表示装置において、フレデリクス転移を生じさせる第1の期間に印加される電圧を初期状態及び2つの準安定状態における閾値以上の電圧パルスとし、その後2つの準安定状態のいずれか一方を選択するための第2の期間に印加される電圧を2つのいずれかの準安定状態を生ずる臨界値を基準として選択される電圧パルスとし、いずれかの準安定状態に選択された状態を維持する第3の期間に印加される電圧を2つの準安定状態における閾値以下の電圧パルスとすることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項9】 初期状態において液晶配向膜と接しているダイレクターベクトルが一対の透明電極基板の面となす角度が逆符号の関係にある請求項8記載の液晶表示装置。

【請求項10】 2つの準安定状態における液晶分子のねじれ角は、一方は $\phi - 180^\circ$ 、他方は $\phi + 180^\circ$ である請求項8記載の液晶表示装置。

【請求項11】 準安定状態における液晶分子のねじれ角は、第2の期間の電圧パルスの絶対値が零から臨界値までのとき、 $\phi + 180^\circ$ となる請求項9又は10記載の液晶表示装置。

【請求項12】 一対の透明電極基板には、それぞれ走査電極群、信号電極群が配置され、それらの群によって構成される画素が時分割駆動される請求項8記載の液晶表示装置。

【請求項13】 時分割駆動における選択期間を第1の期間及び第2の期間とし、非選択期間を第3の期間とする請求項12記載の液晶表示装置。

【請求項14】 時分割駆動における選択期間を第2の期間とし、非選択期間を第3の期間及び第1の期間とする請求項12記載の液晶表示装置。

【請求項15】 時分割駆動される前のすべての画素につき第1の期間及び第2の期間を設けた請求項12記載の液晶表示装置。

【請求項16】 時分割駆動される前のすべての画素は、ねじれ角 $\phi - 180^\circ$ である請求項15記載の液晶表示装置。

【請求項17】 時分割駆動される前のすべての画素は、ねじれ角 $\phi + 180^\circ$ である請求項15記載の液晶表示装置。

【請求項18】 すべての画素につき、同時に第1の期間及び第2の期間を設けた請求項15記載の液晶表示装置。

【請求項19】 すべての画素につき走査電極の複数本毎に順次に第1の期間及び第2の期間を設けた請求項15記載の液晶表示装置。

【請求項20】 すべての画素につき第1の期間及び第

2の期間を複数回設けた請求項15記載の液晶表示装置。

【請求項21】 走査電極群は整数 $n$ 本の走査電極を整数 $k$  ( $k \leq n$ ) 本からなるブロック毎に分割され、各ブロックは線順次走査されて一画面を $n/k$ 回で時分割される請求項12記載の液晶表示装置。

【請求項22】 走査電極を一周期走査した後、書換えの必要が生じた画素を含む走査電極のみ第1の期間及び第2の期間を設けて時分割駆動される請求項12記載の液晶表示装置。

【請求項23】 液晶配向膜が設けられた一対の透明電極基板間にカイラルネマティック液晶を挟持し、該カイラルネマティック液晶は初期状態においてねじれ構造を有し、該初期状態にフレデリクス転移を生じさせる電圧を印加した後の緩和状態として該初期状態とは異なる2つの準安定状態を有する液晶表示装置の駆動方法において、フレデリクス転移を生ぜしめた後に、いずれかの準安定状態を生ずる臨界値を基準として絶対値が選択された電圧パルス印加していずれかの準安定状態を生ぜしめ、その後2つの準安定状態における閾値以下の電圧パルス印加して選択した準安定状態を維持することを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

【請求項24】 一対の透明電極基板にはそれぞれ走査電極群、信号電極群が配置され、それらの群によって構成される画素を時分割駆動する請求項23記載の液晶表示装置の駆動方法。

【請求項25】 時分割駆動における選択期間においてフレデリクス転移を生ぜしめ、かつ、いずれか一方の準安定状態を選択し、非選択期間において選択された準安定状態を維持する請求項24記載の液晶表示装置の駆動方法。

【請求項26】 時分割駆動における選択期間においていずれか一方の準安定状態を選択し、非選択期間において選択された準安定状態を維持しかつフレデリクス転移を生ぜしめる請求項24記載の液晶表示装置の駆動方法。

【請求項27】 時分割駆動する前にすべての画素につきフレデリクス転移を生ぜしめ、かつ、いずれか一方の準安定状態を選択する請求項24記載の液晶表示装置の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、カイラルネマティック液晶を用いた液晶表示装置に関するものであり、特に双安定性スイッチングを利用して単純マトリクス駆動される液晶表示装置及びその駆動方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 現在、OA機器の表示装置等として実用化されている液晶表示装置は、ツイストネマティック(TN)型液晶またはスーパーツイストネマティック

(STN)型液晶を用いている。例えば、M.Schadt and W.Helfrich: Appl. Phys. Lett. 18(1971)127あるいはT.J.Scheffer and J.Nehring: Appl. Phys. Lett. 45(1984)1021. に示されているこれらの表示方式はメモリ一効果を持たないため、電圧平均化法による単純マトリクス駆動法または各画素にトランジスタ等のアクティブ素子を設けたアクティブマトリクス駆動法によって駆動される。

【0003】 この他に、まだ実用化されていないが、いろいろな方式が研究されている。例えば、特開昭 59-219720号、特開昭 60-196728号には電圧平均化法の高速度化技術等が開示されており、特公平 1-51818号、特公平 3-26368号、特開昭59-58420号には双安定性スイッチングを用いる方式が開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、上記の従来技術には次のような問題がある。

【0005】 ツイストネマティック型液晶を電圧平均化法によって駆動する場合、走査線の本数を $N$ 本とすれば、オン状態を選択するための電圧 $V_{on}$ とオフ状態を選択するための電圧 $V_{off}$ の比は次式で与えられる。

$$V_{on}/V_{off} = (N^{1/2} + 1) / (N^{1/2} - 1) \quad (1)$$

この式からわかるように、 $N$ が大きくなるにしたがって $V_{on}/V_{off}$ は1に近づくため、コントラスト比は低下する。現在の液晶の電気光学特性や電圧波形の遅延等を考慮すれば、 $N$ は約500が限度である。したがって、より高精細な表示が要求されるワークステーション等の表示装置をこの方式によって実現することは不可能である。また、表示特性が視角に大きく依存し、さらにオンからオフへのスイッチング時間が長いという欠点も持っている。

【0007】 前記の特開昭 60-196728号に開示されている技術は、上記のスイッチング時間を短くすることを目的としている。それによれば、下基板のプレティルト角(基板上に設けられた液晶配向膜と接しているダイレクターベクトルと基板面とのなす角)を $\theta_1$ とし、上基板のプレティルト角を $\theta_2$ とすれば、初期状態における $\theta_1$ と $\theta_2$ を互いに逆符号の関係にすることによって、オンからオフへのスイッチングを高速度化している。そして、前記の特開昭 59-219720号に開示されている技術は、さらにカイラル物質を液晶材料に添加することによって、動作状態の安定化を図っている。しかし、これらの技術は双安定性を持っておらず、電圧平均化法によって駆動されるため、やはり高精細な表示装置としては適していない。

【0008】 双安定性あるいは複数の安定状態を有する動作モードに関しては、それらの状態間を適当な電圧波形で選択的にスイッチング出来る場合において走査線数の多い高精細表示に適する訳であるが、それぞれに特有

の問題点を持っている。

【0009】例えば前記の特公平 1-51818号 (USP4, 23 9, 345) に開示されている技術は双安定性を持っているため、アクティブ素子を用いなくても、いったん書き込んだ情報を長時間保持することができる。ところが、二つの安定な状態間のスイッチングは、基本的には印加電圧の急激な遮断と約1秒間にわたる緩慢な降下によって行われるため、単純マトリクス駆動には適さず、書き込み速度も非常に遅い。事実、特公平 1-51818号 (USP4, 239, 345) にはスイッチング原理が記載されているのみであり、単純マトリクス駆動する方法は開示されていない。

【0010】前記の特開昭59-58420号に開示されている技術は、印加電圧を制御することによって書き込むか否かを選択できるが、表示を消去するためには液晶層を等方相まで加熱しなければならない。書き込むためには非常に高い電圧が必要である。

【0011】また、双安定性あるいは複数の安定性を有する動作モードでは、表示に使用する安定状態がエネルギー的に充分安定でない場合が多く、装置の電源が遮断された状態において液晶の配向状態は最もエネルギーの低い配向状態に移行する。特に、本発明が適用される様な初期状態と表示に用いる配向状態とが異なる場合においては、電源投入時に初期配向状態に対して書き込み走査を行うと、短時間ではあるが3つの配向状態が混在して表示品位を損なうという問題点を有している。

【0012】本発明は上記課題を解決するためのものであり、その目的とするところは、単純マトリクス駆動法によって駆動できる高品位な高精細液晶表示装置を提供するところにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明は、液晶配向膜が設けられた一対の透明電極基板間にカイラルネマティック液晶を挟持し、該カイラルネマティック液晶は初期状態においてねじれ角 $\phi$ のねじれ構造を有し、該初期状態にフレデリクス転移を生じさせる電圧を印加した後の緩和状態として該初期状態とは異なる2つの準安定状態を有する液晶表示装置において、フレデリクス転移を生じさせるために印加される電圧を初期状態及び2つの準安定状態における閾値以上の電圧パルスとし、その後2つの準安定状態のいずれか一方を選択するために印加される電圧を2つのいずれかの準安定状態を生ずる臨界値を基準として選択された電圧パルスとする液晶表示装置である。いずれかの準安定状態に選択された状態を維持する期間に印加される電圧を2つの準安定状態における閾値以下のパルスとしてマルチプレックス駆動を行うことができる。

【0014】一対の透明電極基板に施したラビング処理の方向が互いに $\phi$ の角をなすとすれば、カイラルネマティック液晶のらせんピッチは、電圧を印加する前の初

期状態におけるねじれ角が $\phi$ となるように、カイラル物質の添付によって調整されている。前記初期状態において、基板上に設けられた液晶配向膜と接している液晶分子のダイレクターベクトルと基板面とのなす角度を一方を $\theta_1$ 、他方を $\theta_2$ とすれば、 $\theta_1$ と $\theta_2$ とは図1に示すような互いに逆符号の関係にある。すなわち、カイラルネマティック液晶の初期状態のねじれ角が $180^\circ$ とすれば、上記の2つのダイレクターベクトルは互いに略平行となる。

10 【0015】カイラルネマティック液晶が緩和状態として初期状態とは異なる2つの準安定状態を持つとは、例えば初期状態がねじれ角 $180^\circ$ のねじれ構造を有するとすれば、準安定状態として一方はねじれ角 $0^\circ$  (ユニフォーム状態)、他方はねじれ角 $360^\circ$ の構造を有することである。フレデリクス転移後にいずれの準安定状態へ緩和するかは、印加するパルス電圧の波形に依存し、準安定状態はいずれも自発的に初期状態へ緩和する性質を有する。

20 【0016】初期状態におけるねじれ角 $\phi$ は $180^\circ$ に限定されるものではなく、任意の角度に設定することができる。例えば、初期状態においてねじれ角 $\phi$ を $90^\circ$ とした液晶表示素子においては、準安定状態はねじれ角 $-90^\circ$ 、 $270^\circ$ のねじれ構造を有し、それらの準安定状態間においてスイッチングが可能であることが実験上確認されている。

30 【0017】本発明は、マルチプレックス駆動を行う液晶表示装置に適用する場合、液晶にフレデリクス転移を生じさせる第1の期間に印加される電圧と、その後2つの準安定状態のいずれか一方を選択するための第2の期間に印加される電圧と、それに続く第3の期間に印加される電圧とに区分し、それらはいずれも電圧パルスとするものである。第1の期間においてはフレデリクス転移を生じさせるに十分な絶対値の電圧パルスが印加され、その電圧パルスは第1の期間内において極性が変化してもよい。第2の期間に印加される電圧パルスは、2つのいずれかの準安定状態を生ずる臨界値を基準として選択し、その臨界値を越える電圧値の電圧パルスとその臨界値を越えない電圧パルスによって、任意の準安定状態を選択することができる。第1の期間で印加された電圧パルスに対して、第2の期間において、電圧パルスが絶対値零すなわち液晶の素子に電圧が印加されない場合は、一方の準安定状態が形成され、印加される電圧パルスの絶対値が零を越えて臨界値の値までであれば同様の状態となる。ところが、第2の期間において絶対値がその臨界値を越える電圧パルスを印加する場合は他方の準安定状態が形成されることを意味するものである。

40 【0018】フレデリクス転移を生じさせる第1の期間においては、初期状態と2つの準安定状態のいずれの閾値に対しても、それら以上の値を有する絶対値の電圧パルスが印加される。第2の期間は第1の期間の後に設け

られた期間であって、液晶分子の配列を2つの準安定状態のいずれか一方の配列に選択するために電圧パルスを加する期間である。その電圧パルスは、第2の期間の直前すなわち第1の期間の最後に印加された電圧パルスの極性に対して逆極性、同極性又は絶対値零のいずれかの電圧パルスが選択される。

【0019】初期状態における液晶分子のねじれ角を $\phi$ とした場合に、該初期状態にパルス電圧群を加した後の緩和状態として生ずる2つの準安定状態におけるねじれ角がそれぞれ略 $(\phi - 180^\circ)$ 及び略 $(\phi + 180^\circ)$ であって、初期状態及び2つの準安定状態にフレデリクス転移を生じさせる電圧パルス群が印加される第1の期間を設けた直後に、該第1の期間の最後に印加されたパルスの極性に対して絶対値が臨界値を越えた逆極性の電圧パルスを加することによってねじれ角が略 $(\phi - 180^\circ)$ の配向状態を選択し、絶対値が臨界値を越えない同極性の電圧パルスもしくは絶対値が零の電圧パルスを加することによってねじれ角が略 $(\phi + 180^\circ)$ の配向状態を選択することができる。

【0020】第3の期間は、第2の期間の直後に設けられるものである。第3の期間に印加される電圧パルスの絶対値は、2つの準安定状態の間に存在する閾値以下の値を有し、選択された準安定状態が維持される。

【0021】

【作用】フレデリクス転移とその後に選択される準安定状態の関係を説明する。図29(A)は、第1の期間 $T_1$ と、第2の期間 $T_2$ において印加される電圧パルスの波形の一例を示すものである。同図において、 $T_1$ において印加する電圧パルスの電圧を $V_1$ 、 $T_2$ において印加する電圧パルスの電圧を $V_2$ とする。同図(B)は、縦軸に $|V_1|$ 、横軸に $V_2$ とし、初期状態が $180^\circ$ ねじれ構造を有するカイラルネマティック液晶の準安定状態として、ねじれ角 $0^\circ$ の準安定状態を示す領域を $a_1$ 、 $a_2$ で示し、ねじれ角 $360^\circ$ の準安定状態を示す領域を $b_1$ 、 $b_2$ 、 $b_3$ (斜線部分)とした場合の、それらの関係を示すものである。 $b_1$ 、 $b_3$ の領域においても準安定状態が存在することに注意すべきである。 $V_0$ はフレデリクス転移を生ぜしめるに必要な電圧(リセット電圧)、 $V_{111}$ 、 $V_{112}$ はいずれも上記 $a_1$ 、 $a_2$ の状態と $b_1 \sim b_3$ の状態との臨界値を示す。同図

(B)は、  
 $|V_1| > V_0$  かつ  $|V_{111}| < |V_2| < |V_{112}|$

の場合、 $a_1$ 、 $a_2$ の準安定状態が選択され、

$|V_1| > V_0$  かつ  $|V_2| < |V_{111}|$

又は

$|V_1| > V_0$  かつ  $|V_2| > |V_{112}|$

の場合、 $b_1 \sim b_3$ の準安定状態が選択されることを示している。後記の実施例においては、一方の準安定状態として、実施例1～6は $a_1$ の状態を、実施例7～11

は $a_1$ 及び $a_2$ の状態をそれぞれ選択し、他方の準安定状態として実施例1～10は $b_1$ の状態を、実施例11は $b_3$ の状態をそれぞれ選択している。同図は臨界値が2つ存在する場合を説明するものであるが、臨界値が3つ以上存在する可能性は否定できない。

【0022】本発明においては、上記 $V_{111}$ 、 $V_{112}$ のそれぞれの臨界値を基準として、第2の期間において印加する電圧パルスの電圧実効値を選択することによって

10 いずれかの準安定状態を作り出すことができる。従って、一方では、上記の臨界値 $|V_{111}|$ を基準に、 $a_1$ ( $a_2$ )と $b_1$ の領域のいずれかを選択する場合が考えられる。他方では、 $|V_{112}|$ を基準に $a_1$ ( $a_2$ )と $b_1$ ( $b_3$ )の領域のいずれかを選択する場合が考えられる。すなわち、第2の期間においては、2つの準安定状態を生ずる臨界値を基準に、臨界値よりも高い電圧を印加するか又は臨界値よりも低い電圧を印加することにより、準安定状態のいずれかを選択することが可能となる。

20 【0023】本願発明の液晶表示装置におけるスイッチング原理を説明する。前記USP4,239,345(D.W.Berreman)が開示した双安定液晶は、マトリクス駆動を行うものではないが、双安定状態につき、次のように説明されている。フレデリクス転移を生ぜしめるに充分大きな電圧を印加すれば、液晶層の中央部(下基板面からの距離=液晶層厚/2)の液晶分子は基板面に対してほぼ $90^\circ$ の角度で立つ(この状態をリセット状態と呼ぶことにす  
30 る。)。その後、約1秒かけて印加電圧を徐々に下げていけば、中央部の液晶分子は電圧を印加したときの配向変化のプロセスを逆にたどって基板と平行な状態へ緩和する。こうして得られた配向状態はユニフォーム状態である。一方、印加電圧を急激に遮断したときには、液晶の流れの効果で中央部の液晶分子は電圧を徐々に下げた場合とは逆の方向に動く。D.W.Berremanはこの現象をバックフローと呼んでいる。中央部の液晶分子はそのまま逆方向へ動いて行き、基板面の液晶分子とは逆方向に倒れるため、 $360^\circ$ ツイスト状態に緩和する。このような原理で2つの双安定状態の選択がおこなわれるのであるが、ユニフォーム状態へ緩和させるためには電圧を約  
40 1秒かけて徐々に下げなければならないため、実用性は全く無かった。すなわち液晶表示装置としてマルチプレックス駆動を行って高速スイッチングするには理論的に不可能となる。

50 【0024】しかし、本願発明者の研究によって次のことが明らかになった。すなわち、リセット後に適当な電圧が印加されていれば、いったんバックフローが起こって $360^\circ$ ツイスト状態へ緩和しかけるのであるが、その後配向変化の向きが逆転して元のユニフォーム状態へ戻り始める。その電圧がある値よりも大きければそのままユニフォーム状態へ緩和するが、ある値よりも小さければ再び配向変化の向きが逆転して $360^\circ$ ツイスト状

態へ緩和する。本願発明者はその値が臨界値として存在することを発見したものである。このことは、実験だけでなくシミュレーションによっても確かめられている。本願発明者がこの新たに見出した現象を利用することによって、本発明に至った。本発明による液晶電気光学素子は次のようにして動作する。リセット後に印加されるバイアス電圧にパルス電圧を重ねる。リセット後にバックフローが必ず起こるが、そのパルス電圧の波高値または持続時間がある一定の値以上ならば、配向変化の向きが逆転して元のプロセスをたどってユニフォーム状態へ緩和する。一方、そのパルス電圧の波高値または持続時間がその値以下ならば、上で述べた過程に従って360°ツイスト状態へ緩和する。このように、パルス電圧の大きさを調節することによってスイッチングすることができるため、非常に高速なスイッチングが可能となり、高精細ディスプレイ等に応用することができる。言うまでもなく、本発明による液晶電気光学素子と、D.W. Berremanが開示した液晶電気光学素子とは全く異なるものである。両者の違いは上で述べた動作原理に集約される。

【0025】本発明における分光特性を後記の実施例8に開示した液晶表示装置について説明する。図30は、スイッチングとしてON状態を選択した場合の分光特性である。横軸は波長 $W$ 、縦軸は透過率 $T$ を示す。同図のAで示されるプロットは、実施例に用いたセルギャップ1.8 $\mu\text{m}$ の素子である。可視光の広い波長領域においてフラットな特性が得られ、良好な白色表示であることがわかる。同図(B)のプロットは比較の為にセルギャップを20 $\mu\text{m}$ とした場合の分光特性である。複数のピークを持つため、表示が着色していることがわかる。従って本発明実施例に用いた素子は表示色の純度という点で優位性を持つ。

【0026】次に本発明の表示素子における光透過率 $T$ の視野角 $I$ に対する依存性を図31、32に示す。図31は基板法線から界面の液晶分子軸方向に視野を倒した時のON時の透過率(同図C)とOFF時の透過率(同図D)である。図32は図31の場合と垂直な方向に視野を変化した場合の同様なプロットである。液晶分子軸方向及びそれと垂直な方向においてON時の透過率の変動が小さく(同図E)、 $\pm 50^\circ$ の範囲では表示の反転もない。同図のFはOFF時の透過率を示す。本発明実施例では基板界面でのプレティルト角を約 $5^\circ$ として上述の視野特性を得たが、比較の為に基板界面でのプレティルト角を $45^\circ$ とした場合の特性を図33、34に示す。図中G、Iの各プロットはON時の、H、Jの各プロットはOFF時のものである。液晶分子軸方向においては基板法線から約 $30^\circ$ の方向でコントラスト比が1になる(図33)。垂直方向においても約 $\pm 40^\circ$ の位置で表示の反転が起こる(図34)。従って光透過率の視野角依存性という点からも本発明実施例に用いた表示

素子の有効性が見られる。

【0027】

【実施例】以下、具体的な実施例により本発明の詳細を説明する。図1は液晶表示装置の断面である。符号1は液晶分子、2は配向膜、3は絶縁層、4は透明電極、5はガラス基板、6は平坦化層、7は偏光板、8は画素間遮光層、 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 、は界面における液晶分子のプレティルト角、9は界面における液晶分子1の長軸方向を示すダイレクターベクトルである。セルとしてはガラス基板5上にITO透明電極パターン4を形成し、ポリイミド配向膜2を塗布、表面にラビング処理を施した基板を適当なスペーサを介して所望のギャップを保って対向配置した物を用いた。

【0028】(実施例1)室温でネマティック相を呈する液晶組成物(ロディック社製、 $\Delta n \sim 0.1$ )に光学活性添加剤(E. Merck社製:S811)を加えてヘリカルピッチ $p = 3.2 \mu\text{m}$ に調整した。セルにはポリイミド配向膜に上下基板で反平行方向( $180^\circ$ )のラビング処理を施してギャップ $d = 2.0 \mu\text{m}$ とした。上記液晶組成物を封入すると界面プレティルト角は上下基板近傍で逆符号をもって約 $4^\circ$ となり、 $p/4 < d < 3p/4$ であるため、液晶分子の配向は基板法線方向に螺旋軸を持つ $180^\circ$ ツイスト状態となった。同液晶表示素子の構造の概略は図1に示してある。以上のようにして得られた試料を略直交する2枚の偏光板間に挟持して電極に本発明の駆動電圧波形を印加し、その光学的特性を評価した。

【0029】本実施例の駆動電圧波形を図2に示す。同図中201は走査電極波形、202は信号電極波形、203は201と202の合成波形であり、204は液晶表示素子に203が印加された時の光学応答である。 $t_0$ はOFF(仮に暗状態)、 $t_1$ 及び $t_1'$ はON(仮に明状態)を選択したフレーム(1画面走査時間)を表わす。 $t_{01}$ 及び $t_{11}$ は選択期間、 $t_{02}$ 、 $t_{03}$ 及び $t_{12}$ 、 $t_{13}$ は非選択期間に対応する。非選択期間の最後には $t_{03}$ における $\pm(V_1 + V_2)$ 、 $t_{13}$ 及び $t_{13}'$ における $\pm V_1$ の様に絶対値が素子の閾値以上の電圧パルスが印加してフレデリクス転移を生じせしめる期間を設けてある。OFF選択フレーム $t_0$ では、選択期間 $t_{01}$ の直前に $\pm(V_1 + V_2)$ もしくは $\pm V_1$ の電圧パルスが印加されてフレデリクス転移を生じた後、選択期間 $t_{01}$ において電圧絶対値が0のパルスが印加されて暗状態が選択される。非選択期間 $t_{02}$ では電圧絶対値が素子の閾値以下のパルスが印加される為、暗状態が維持される。ON選択フレーム $t_1$ では選択期間 $t_{11}$ において直前に印加されたパルスとは逆極性のパルス( $-V_2$ )が印加されて明状態( $t_0$ の場合とは異なった準安定状態)が選択される。非選択期間 $t_{12}$ では電圧絶対値が素子の閾値以下のパルスが印加される為、明状態が維持される。30℃において、 $V_1 = 34.0 \text{ v}$ 、 $V_2 = 1.7 \text{ v}$ 、パル

ス幅  $P_r = 700 \mu s$  として前述の素子を動作させたところ、明状態の光透過率は44%（但し、2枚の偏光板の偏光軸を平行にして同光学系に配置した状態の透過率を100%とする。以下同様。）、2状態間のコントラスト比は65であった。

【0030】（実施例2）実施例1の液晶表示装置において印加する駆動電圧波形を図3に示す。同図中301は走査電極波形、302は信号電極波形、303は301と302の合成波形であり、304は液晶表示素子に303が印加された時の光学応答である。 $t_0$  及び  $t_1$  はOFF（仮に暗状態）、 $t_1$  と  $t_1'$  はON（仮に明状態）を選択したフレーム（1画面走査時間）を表わす。 $t_0$  と  $t_1$  に関して  $t_{01}$  及び  $t_{11}$  は選択期間、 $t_{02}$ 、 $t_{03}$  及び  $t_{12}$ 、 $t_{13}$  は非選択期間に対応する。非選択期間の最後には  $t_{03}$  における  $V_1 - V_2$ 、 $t_{13}$  における  $-V_1 + V_2$  の様に絶対値が素子の閾値以上の電圧パルス（図3では  $-V_1$ ）が印加されてフレデリクス転移を生じせしめる期間を設けてある。OFF選択フレーム  $t_0$  では、選択期間  $t_{01}$  の直前に絶対値が素子の閾値以上の電圧パルス（図3では  $-V_1$ ）が印加されてフレデリクス転移を生じた後、選択期間  $t_{01}$  において電圧絶対値が0のパルスが印加されて暗状態が選択される。非選択期間  $t_{02}$  では電圧絶対値が素子の閾値以下のパルスが印加される為、暗状態が維持される。ON選択フレーム  $t_1$  では選択期間  $t_{11}$  において直前に印加されたパルスとは逆極性のパルス（ $-V_2$ ）が印加されて明状態が選択される。非選択期間  $t_{12}$  では電圧絶対値が素子の閾値以下のパルスが印加される為、明状態が維持される。30℃において、 $V_1 = 36.0 v$ 、 $V_2 = 1.8 v$ 、パルス幅  $P_r = 1.0 ms$  として実施例1と同じ素子を動作させたところ、明状態の光透過率は44%、2状態間のコントラスト比は68であった。また、本実施例では時間的に隣接する2フレームで印加波形の極性を反転して素子に過剰な直流成分が印加されるのを防いでいる。

【0031】（実施例3）室温でネマティック相を呈する液晶組成物（E. Merck社製：ZLI-1557）に光学活性添加剤（E. Merck社製：S811）を加えてヘリカルピッチ  $p = 3.5 \mu m$  に調整した。セルにはITOによる走査電極群と信号電極群をマトリクス状に配置した上にポリイミド配向膜を設け、上下基板で反平行方向（180度）のラビング処理を施してギャップ  $d = 1.8 \mu m$  とした。上記液晶組成物を封入すると界面プレティルト角は上下基板近傍で逆符号をもって約4°となり、 $p/4 < d < 3p/4$  であるため、液晶分子の配向は基板法線方向に螺旋軸を持つ180°ツイスト状態となった。同液晶表示素子の構造の概略は図1に示してある。本構成の素子は印加される駆動電圧波形に応じて略0°ツイスト（ユニフォーム）状態と略360°ツイスト状態の2つの準安定状態を生ずる。このようにして得られた液晶パネルを2枚の偏光板

間に挟持し、概ね図4に示す回路構成をもって液晶表示装置と成し、本発明の効果を確認した。同図において、符号11は液晶パネル、12は照明手段としてのバックライト、13は液晶パネル11の走査電極群に電圧を印加するための駆動回路（シフトレジスタ/論理回路）、14は信号電極群に電圧を印加するための駆動回路（シフトレジスタ/ラッチ/論理回路）、15は基準信号発生回路、16は線順次走査回路（ROM/コントローラ）である。

10 【0032】本実施例における駆動電圧波形を図5に示す。同図中201は走査電極波形、202は信号電極波形、203は201と202の合成波形である。 $t_0$  及び  $t_1$  はそれぞれ360°ツイスト状態（仮にOFF）とユニフォーム状態（仮にON）を選択したフレーム（1画面走査時間）を表わす。 $t_{01}$  及び  $t_{11}$  は選択期間、 $t_{02}$ 、 $t_{03}$  及び  $t_{12}$ 、 $t_{13}$  は非選択期間に対応する。非選択期間の最後には  $t_{03}$  における  $\pm (V_1 - V_2)$ 、 $t_{13}$  における  $\pm (V_1 + V_2)$  の様に絶対値が素子の閾値以上の電圧パルス（図示せず）が印加されてフレデリクス転移を生じせしめる期間を設けてある。OFF選択フレーム  $t_0$  では、選択期間  $t_{01}$  には直前に絶対値が素子の閾値以上の電圧パルス（図示せず）が印加されてフレデリクス転移を生じた後、選択期間  $t_{01}$  において同極性で電圧絶対値が  $|V_1 - V_2|$  のパルスが印加されてOFF状態が選択される。非選択期間  $t_{02}$  では電圧絶対値が素子の閾値以下のパルスが印加される為、同状態が維持される。ON選択フレーム  $t_1$  では選択期間  $t_{11}$  において直前に印加されたパルスとは逆極性のパルス（ $-V_2 - V_1$ ）が印加されてON状態が選択される。非選択期間  $t_{12}$  では電圧絶対値が素子の閾値以下のパルスが印加される為、同状態が維持される。30℃において、 $V_1 = 30.0 v$ 、 $V_2 = 1.0 v$ 、 $V_3 = 1.5 v$ 、パルス幅  $P_r = 250 \mu s$ 、デューティ比  $1/400$ （ $t_{01} = t_{11} = 500 \mu s$ 、 $t_0 = t_1 = 400 \times 500 \mu s$ ）として前述の素子を選択的にスイッチングする事が出来た。

40 【0033】（実施例4）実施例3の液晶表示装置において、印加する他の駆動電圧波形を図6に示す。同図中301は走査電極波形、302は信号電極波形、303は301と302の合成波形である。 $t_0$  及び  $t_1$  はそれぞれ360°ツイスト状態（仮にOFF）とユニフォーム状態（仮にON）を選択したフレーム（1画面走査時間）を表わす。 $t_{01}$  及び  $t_{11}$  は選択期間、 $t_{02}$ 、 $t_{03}$  及び  $t_{12}$ 、 $t_{13}$  は非選択期間に対応する。非選択期間の最後には  $t_{03}$  における  $\pm (V_1 - V_2)$ 、 $t_{13}$  における  $\pm (V_1 \pm V_2)$  の様に絶対値が素子の閾値以上の電圧パルスを印加してフレデリクス転移を生じせしめる期間を設けてある。OFF選択フレーム  $t_0$  では、選択期間  $t_{01}$  には直前に絶対値が素子の閾値以上の電圧パルス（図示せず）が印加されてフレデリクス転移を生じた

後、選択期間  $t_{01}$  において同極性で電圧絶対値が0のパルスが印加されてOFF状態が選択される。非選択期間  $t_{02}$  では電圧絶対値が素子の閾値以下のパルスが印加される為、同状態が維持される。ON選択フレーム  $t_1$  では選択期間  $t_{11}$  において直前に印加されたパルスとは逆極性のパルス ( $-V_2$ ) が印加されてON状態が選択される。非選択期間  $t_{12}$  では電圧絶対値が素子の閾値以下のパルスが印加される為、同状態が維持される。本実施例の駆動電圧波形は前記実施例3において  $V_1 = V_2$  としたものに等しい。30℃において、 $V_1 = 30.0$  v、 $V_2 = 1.0$  v、 $V_3 = 1.0$  v、パルス幅  $P_1 = 250 \mu s$ 、デューティ比  $1/400$  ( $t_{01} = t_{11} = 500 \mu s$ 、 $t_0 = t_1 = 400 \times 500 \mu s$ ) として前述の素子を選択的にスイッチングする事が出来た。360°ツイスト状態を暗状態、ユニフォーム状態を明(光透過)状態とする偏光板配置で動作したときの駆動電圧波形と対応する光学応答を図7に示す。同図中  $F_1$  と  $F_2$  はOFF選択フレーム、 $F_3$  と  $F_4$  はON選択フレームを表わし、 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$  及び  $T_4$  は各々選択期間である。この光学配置で明状態の光透過率は72%、2状態間のコントラスト比は68であった。

【0034】図8は実施例3及び本実施例の駆動電圧波形を複数の電極で構成されるマトリクスに適用して線順次走査を行うにあたっての、隣接する任意の走査電極に印加される波形のタイミングの一例である。

【0035】(実施例5) 実施例3の液晶表示装置において、印加する他の駆動電圧波形を図9に示す。同図中601は走査電極波形、602は信号電極波形、603は601と602の合成波形である。 $t_0$  及び  $t_1$  はそれぞれユニフォーム状態(仮にON)と360°ツイスト状態(仮にOFF)を選択したフレーム(1画面走査時間)を表わす。 $t_{01}$  及び  $t_{11}$  は選択期間、 $t_{02}$ 、 $t_{03}$  及び  $t_{12}$ 、 $t_{13}$  は非選択期間に対応する。非選択期間の最後には  $t_{03}$  における  $\pm(V_1 + V_2)$ 、 $t_{13}$  における  $\pm(V_1 - V_2)$  の様に絶対値が素子の閾値以上の電圧パルスを印加してフレデリクス転移を生じせしめる期間を設けてある。ON選択フレーム  $t_0$  では、選択期間  $t_{01}$  には直前に絶対値が素子の閾値以上の電圧パルス(図示せず)が印加されてフレデリクス転移を生じた後、選択期間  $t_{01}$  において逆極性で電圧絶対値が  $|V_1 + V_2|$  のパルスが印加されてON状態が選択される。非選択期間  $t_{02}$  では電圧絶対値が素子の閾値以下のパルスが印加される為、同状態が維持される。OFF選択フレーム  $t_1$  では選択期間  $t_{11}$  において直前に印加されたパルスと同極性のパルス ( $-V_1 + V_2$ ) が印加されてOFF状態が選択される。非選択期間  $t_{12}$  では電圧絶対値が素子の閾値以下のパルスが印加される為、同状態が維持される。30℃において、 $V_1 = 30.0$  v、 $V_2 = 1.0$  v、 $V_3 = 1.5$  v、パルス幅  $P_1 = 400 \mu s$ 、デューティ比  $1/400$  ( $t_{01} = t_{11} = 400 \mu s$ 、 $t_0 = t_1 = 400 \times 400 \mu s$ ) として前述の素子を選択的にスイッチングする事が出来た。360°ツイスト状態を暗状態、ユニフォーム状態を明(光透過)状態とする偏光板配置で動作したときの駆動電圧波形と対応する光学応答を図11に示す。同図中  $F_1$  と  $F_2$  はOFF選択フレーム、 $F_3$  と  $F_4$  はON選択フレームを表わし、 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$  及び  $T_4$  は各々選択期間である。この光学配置で明状態の光透過率は75%、2状態間のコントラスト比は66であった。図12は実施例5及び本実施例の駆動電圧波形を複数の電極で構成されるマトリクスに適用して線順次走査を行うにあたっての、隣接する任意の走査電極に印加される波形のタイミングの一例である。また、本実施例では実施例5の場合と同様に時間的に隣接する2フレームで印加波形の極性を反転して素子に過剰な直流成分が印加されるのを防いでいる。

。  $t_1 = 400 \times 400 \mu s$ ) として前述の素子を選択的にスイッチングする事が出来た。また、本実施例では時間的に隣接する2フレームで印加波形の極性を反転して素子に過剰な直流成分が印加されるのを防いでいる。

【0036】(実施例6) 実施例3の液晶表示装置において、印加する他の駆動電圧波形を図10に示す。同図中701は走査電極波形、702は信号電極波形、703は701と702の合成波形である。 $t_0$  及び  $t_1$  はそれぞれユニフォーム状態(仮にON)と360°ツイスト状態(仮にOFF)を選択したフレーム(1画面走査時間)を表わす。 $t_{01}$  及び  $t_{11}$  は選択期間、 $t_{02}$ 、 $t_{03}$  及び  $t_{12}$ 、 $t_{13}$  は非選択期間に対応する。非選択期間の最後には  $t_{03}$  における  $\pm(V_1 + V_2)$ 、 $t_{13}$  における  $\pm(V_1 - V_2)$  の様に絶対値が素子の閾値以上の電圧パルスを印加してフレデリクス転移を生じせしめる期間を設けてある。ON選択フレーム  $t_0$  では、選択期間  $t_{01}$  には直前に絶対値が素子の閾値以上の電圧パルス(図示せず)が印加されてフレデリクス転移を生じた後、選択期間  $t_{01}$  において直前に印加されたパルスとは逆極性の電圧パルス ( $-2V_2$ ) が印加されてON状態が選択される。非選択期間  $t_{02}$  では電圧絶対値が素子の閾値以下のパルスが印加される為、同状態が維持される。OFF選択フレーム  $t_1$  では選択期間  $t_{11}$  において電圧絶対値が0のパルスが印加されてON状態が選択される。非選択期間  $t_{12}$  では電圧絶対値が素子の閾値以下のパルスが印加される為、同状態が維持される。本実施例の駆動電圧波形は前記実施例5において  $V_2 = V_3$  としたものに等しい。30℃において、 $V_1 = 30.0$  v、 $V_2 = 1.0$  v、パルス幅  $P_1 = 400 \mu s$ 、デューティ比  $1/400$  ( $t_{01} = t_{11} = 400 \mu s$ 、 $t_0 = t_1 = 400 \times 400 \mu s$ ) として前述の素子を選択的にスイッチングする事が出来た。360°ツイスト状態を暗状態、ユニフォーム状態を明(光透過)状態とする偏光板配置で動作したときの駆動電圧波形と対応する光学応答を図11に示す。同図中  $F_1$  と  $F_2$  はOFF選択フレーム、 $F_3$  と  $F_4$  はON選択フレームを表わし、 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$  及び  $T_4$  は各々選択期間である。この光学配置で明状態の光透過率は75%、2状態間のコントラスト比は66であった。図12は実施例5及び本実施例の駆動電圧波形を複数の電極で構成されるマトリクスに適用して線順次走査を行うにあたっての、隣接する任意の走査電極に印加される波形のタイミングの一例である。また、本実施例では実施例5の場合と同様に時間的に隣接する2フレームで印加波形の極性を反転して素子に過剰な直流成分が印加されるのを防いでいる。

【0037】(実施例7) 室温でネマティック相を呈する液晶組成物(E. Merck社製: ZLI-1557)に光学活性添加剤(E. Merck社製: S811)を加えてヘリカルピッチ  $p = 3.5 \mu m$  に調整し

た。セルにはITOによる走査電極群と信号電極群をマトリクス状に配置した上にポリイミド配向膜を設け、上下基板で反平行方向(180度)のラビング処理を施してギャップ $d=1.8\mu\text{m}$ とした。上記液晶組成物を封入すると界面プレティルト角は上下基板近傍で逆符号をもって約 $5^\circ$ となり、 $p/4 < d < 3p/4$ であるため、液晶分子の配向は基板法線方向に螺旋軸を持つ180°ツイスト状態となった。同液晶表示素子の構造の概略は図1に示してある。本構成の素子は印加される駆動電圧波形に応じて略0°ツイスト(ユニフォーム)状態と略360°ツイスト状態の2つの準安定状態を生ずる。このようにして得られた液晶パネルを2枚の偏光板間に挟持し、概ね図4に示す回路構成をもって液晶表示装置と成し、本発明の効果を確認した。以下の説明においては、初期状態(180°ツイスト)、略0°ツイスト(ユニフォーム)状態および略360°ツイスト状態にフレデリクス転移を生ずるための閾値電圧をそれぞれ $V_{11}$ (180)、 $V_{11}$ (0)および $V_{11}$ (360)で表わし、これらを一括して単に $V_{11}$ と記述する。また、フレデリクス転移を生じた直後に印加される電圧パルス群の実効値の大小によって2つの準安定状態のいずれか一方を選択する際の電圧臨界値を $V_c$ と表わす。

【0038】本実施例の駆動電圧波形を図13に示す。同図中201は走査電極波形、202は信号電極波形、203は201と202の合成波形である。 $t_0$ 及び $t_1$ はそれぞれ360°ツイスト状態(仮にOFF)とユニフォーム状態(仮にON)を選択したフレーム(1画面走査時間)を表わす。 $t_{01}$ 及び $t_{11}$ は選択期間、 $t_{02}$ 、 $t_{03}$ 及び $t_{12}$ 、 $t_{13}$ は非選択期間に対応する。非選択期間の最後には $t_{03}$ における $\pm(V_1 + V_2)$ 、 $t_{13}$ における $\pm(V_1 - V_2)$ の様に絶対値が $V_{11}$ 以上の電圧パルスを印加してフレデリクス転移を生じせしめる期間を設けてある。OFF選択フレーム $t_0$ では、選択期間 $t_{01}$ には直前に絶対値が $V_{11}$ 以上の電圧パルス(図示せず)が印加されてフレデリクス転移を生じた後、選択期間 $t_{01}$ において電圧絶対値が $V_c$ 以下のパルス $\pm(V_2 - V_3)$ が印加されてOFF状態が選択される。非選択期間 $t_{02}$ では電圧絶対値が $V_{11}$ (0)および $V_{11}$ (360)以下のパルス $\pm V_2$ が印加される為、同状態が維持される。ON選択フレーム $t_1$ では選択期間 $t_{11}$ において絶対値が $V_c$ 以上のパルス $\pm(V_2 - V_3)$ が印加されてON状態が選択される。非選択期間 $t_{12}$ では電圧絶対値が $V_{11}$ (0)および $V_{11}$ (360)以下のパルス $\pm V_2$ が印加される為、同状態が維持される。30℃において、 $V_1 = 30.0\text{v}$ 、 $V_2 = 1.5\text{v}$ 、 $V_3 = 1.0\text{v}$ 、パルス幅 $P_1 = 250\mu\text{s}$ 、デューティ比1/400( $t_{01} = t_{11} = 500\mu\text{s}$ 、 $t_0 = t_1 = 400 \times 500\mu\text{s}$ )として前述の素子を選択的にスイッチングする事が出来た。

【0039】(実施例8) 実施例7の液晶表示装置にお

いて、印加する他の駆動電圧波形を図14に示す。同図中301は走査電極波形、302は信号電極波形、303は301と302の合成波形である。 $t_0$ 及び $t_1$ はそれぞれ360°ツイスト状態(仮にOFF)とユニフォーム状態(仮にON)を選択したフレーム(1画面走査時間)を表わす。 $t_{01}$ 及び $t_{11}$ は選択期間、 $t_{02}$ 、 $t_{03}$ 及び $t_{12}$ 、 $t_{13}$ は非選択期間に対応する。非選択期間の最後には $t_{03}$ および $t_{13}$ における $\pm(V_1 \pm V_2)$ の様に絶対値が $V_{11}$ 以上の電圧パルスを印加してフレデリクス転移を生じせしめる期間を設けてある。OFF選択フレーム $t_0$ では、選択期間 $t_{01}$ には直前に絶対値が $V_{11}$ 以上の電圧パルス(図示せず)が印加されてフレデリクス転移を生じた後、選択期間 $t_{01}$ において電圧絶対値が0( $\leq V_c$ )のパルスが印加されてOFF状態が選択される。非選択期間 $t_{02}$ では電圧絶対値が $V_{11}$ (0)および $V_{11}$ (360)以下のパルス $\pm V_2$ が印加される為、同状態が維持される。ON選択フレーム $t_1$ では選択期間 $t_{11}$ において絶対値が $V_c$ 以上のパルス $\pm 2V_2$ が印加されてON状態が選択される。非選択期間 $t_{12}$ では電圧絶対値が $V_{11}$ (0)および $V_{11}$ (360)以下のパルス $\pm V_2$ が印加される為、同状態が維持される。本実施例の駆動電圧波形は前記実施例7において $V_2 = V_3$ としたものに等しい。30℃において、 $V_1 = 30.0\text{v}$ 、 $V_2 = 1.0\text{v}$ 、パルス幅 $P_1 = 250\mu\text{s}$ 、デューティ比1/400( $t_{01} = t_{11} = 500\mu\text{s}$ 、 $t_0 = t_1 = 400 \times 500\mu\text{s}$ )として前述の素子を選択的にスイッチングする事が出来た。360°ツイスト状態を暗状態、ユニフォーム状態を明(光透過)状態とする偏光板配置で動作したときの駆動電圧波形と対応する光学応答を図15に示す。同図中 $F_1$ と $F_2$ はOFF選択フレーム、 $F_2$ と $F_3$ はON選択フレームを表わし、 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 及び $T_4$ は各々選択期間である。この光学配置で明状態の光透過率は72%、2状態間のコントラスト比は88であった。

【0040】図8は実施例7及び本実施例の駆動電圧波形を複数の電極で構成されるマトリクスに適用して線順次走査を行うにあたっての、隣接する任意の走査電極に印加される波形のタイミングの一例である。

【0041】(実施例9) 実施例7の液晶表示装置において、印加する他の駆動電圧波形を図16に示す。同図中601は走査電極波形、602は信号電極波形、603は601と602の合成波形である。 $t_0$ 及び $t_1$ はそれぞれユニフォーム状態(仮にON)と360°ツイスト状態(仮にOFF)を選択したフレーム(1画面走査時間)を表わす。 $t_{01}$ 及び $t_{11}$ は選択期間、 $t_{02}$ 、 $t_{03}$ 及び $t_{12}$ 、 $t_{13}$ は非選択期間に対応する。非選択期間の最後には $t_{03}$ における $\pm V_1$ 、 $t_{13}$ における $\pm(V_1 - V_2)$ の様に絶対値が素子の閾値以上の電圧パルスを印加してフレデリクス転移を生じせしめる期間を設けてある。ON選択フレーム $t_0$ では、選択期間 $t_{01}$ には直前

に絶対値が $V_{i1}$ 以上の電圧パルス(図示せず)が印加されてフレデリクス転移を生じた後、選択期間 $t_{01}$ において電圧絶対値が $V_{i1}$ 以上のパルス $\pm V_{i2}$ が印加されてON状態が選択される。非選択期間 $t_{02}$ では電圧絶対値が $V_{i1}$ (0)および $V_{i1}$ (360)以下のパルス $\pm V_{i2}$ または0が印加される為、同状態が維持される。OFF選択フレーム $t_1$ では選択期間 $t_{11}$ において絶対値が0( $\leq V_{i1}$ )のパルスが印加されてOFF状態が選択される。非選択期間 $t_{12}$ では電圧絶対値が $V_{i1}$ (0)および $V_{i1}$ (360)以下のパルス $\pm V_{i2}$ または0が印加される為、同状態が維持される。30℃において、 $V_{i1} = 30.0\text{ v}$ 、 $V_{i2} = 2.0\text{ v}$ 、パルス幅 $P_r = 200\mu\text{ s}$ 、デューティ比 $1/400$ ( $t_{01} = t_{11} = 400\mu\text{ s}$ 、 $t_0 = t_1 = 400 \times 400\mu\text{ s}$ )として前述の素子を選択的にスイッチングする事が出来た。

【0042】(実施例10) 実施例7の液晶表示装置において、印加する他の駆動電圧波形を図17に示す。同図中701は走査電極波形、702は信号電極波形、703は701と702の合成波形である。 $t_0$ 及び $t_1$ はそれぞれユニフォーム状態(仮にON)と360°ツイスト状態(仮にOFF)を選択したフレーム(1画面走査時間)を表わす。 $t_{01}$ 及び $t_{11}$ は選択期間、 $t_{02}$ 、 $t_{03}$ 及び $t_{12}$ 、 $t_{13}$ は非選択期間に対応する。非選択期間の最後には $t_{03}$ における $\pm(V_{i1} - V_{i2})$ 、 $t_{13}$ における $\pm(V_{i1} - V_{i3})$ の様に絶対値が $V_{i1}$ 以上の電圧パルスを印加してフレデリクス転移を生じせしめる期間を設けてある。ON選択フレーム $t_0$ では、選択期間 $t_{01}$ には直前に絶対値が $V_{i1}$ 以上の電圧パルス(図示せず)が印加されてフレデリクス転移を生じた後、選択期間 $t_{01}$ において絶対値が $V_{i1}$ 以上の電圧パルス $\pm V_{i2}$ が印加されてON状態が選択される。非選択期間 $t_{02}$ では電圧絶対値が $V_{i1}$ (0)および $V_{i1}$ (360)以下のパルス $\pm V_{i2}$ または $\pm V_{i3}$ が印加される為、同状態が維持される。OFF選択フレーム $t_1$ では選択期間 $t_{11}$ において電圧絶対値が $V_{i1}$ 以下のパルスが印加されてOFF状態が選択される。非選択期間 $t_{12}$ では電圧絶対値が $V_{i1}$ (0)および $V_{i1}$ (360)以下のパルス $\pm V_{i2}$ または $\pm V_{i3}$ が印加される為、同状態が維持される。30℃において、 $V_{i1} = 30.0\text{ v}$ 、 $V_{i2} = 2.0\text{ v}$ 、 $V_{i3} = 0.5\text{ v}$ 、パルス幅 $P_r = 200\mu\text{ s}$ 、デューティ比 $1/400$ ( $t_{01} = t_{11} = 400\mu\text{ s}$ 、 $t_0 = t_1 = 400 \times 400\mu\text{ s}$ )として前述の素子を選択的にスイッチングする事が出来た。360°ツイスト状態を暗状態、ユニフォーム状態を明(光透過)状態とする偏光板配置で動作したときの駆動電圧波形と対応する光学応答を図18に示す。同図中 $F_1$ と $F_2$ はOFF選択フレーム、 $F_3$ と $F_4$ はON選択フレームを表わし、 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 及び $T_4$ は各々選択期間である。この光学配置で明状態の光透過率は75%、2状態間のコントラスト比は66であった。

【0043】図19は実施例9及び本実施例の駆動電圧波形を複数の電極で構成されるマトリクスに適用して線順次走査を行うにあたっての、隣接する任意の走査電極に印加される波形のタイミングの一例である。

【0044】(実施例11) フレデリクス転移を生じた直後に印加される電圧パルス群の実効値 $V_r$ の大きさによって2つの準安定状態のいずれか一方を選択する際の電圧臨界値を $V_{c1}$ 及び $V_{c2}$ とすれば、 $0 \leq V_r < V_{c1}$ ならば略360°ツイスト状態、 $V_{c1} \leq V_r < V_{c2}$ ならば略0°ツイスト(ユニフォーム)状態、 $V_{c2} \leq V_r$ ならば略360°ツイスト状態、の準安定状態を生ずるものとする。

【0045】実施例7の液晶表示装置において印加する他の駆動電圧波形を図20に示す。同図中201は走査電極波形、202は信号電極波形、203は201と202の合成波形である。 $t_0$ 及び $t_1$ はそれぞれ360°ツイスト状態(仮にOFF)とユニフォーム状態(仮にON)を選択したフレーム(1画面走査時間)を表わす。 $t_{01}$ 及び $t_{11}$ は選択期間、 $t_{02}$ 及び $t_{12}$ は非選択期間に対応する。非選択期間の最後と選択期間の前半には重畳される信号波形に応じて $\pm(V_{i1} \pm V_{i2})$ なる絶対値が $V_{i1}$ 以上の電圧パルスを印加してフレデリクス転移を生じせしめる期間を設けてある。OFF選択フレーム $t_0$ では、選択期間 $t_{01}$ には前半に絶対値が $V_{i1}$ 以上の電圧パルス( $-V_{i1} - V_{i2}$ )が印加されてフレデリクス転移を生じた後、後半において電圧絶対値が $V_{i2}$ 以上のパルス( $V_{i2} + V_{i3}$ )が印加されてOFF状態が選択される。非選択期間 $t_{02}$ では電圧絶対値が $V_{i1}$ (0)および $V_{i1}$ (360)以下のパルス( $\pm V_{i2}$ )が印加される為、同状態が維持される。ON選択フレーム $t_1$ では選択期間 $t_{11}$ においては前半に絶対値が $V_{i1}$ 以上の電圧パルス( $-V_{i1} + V_{i2}$ )が印加されてフレデリクス転移を生じた後、後半において絶対値が $V_{c1}$ 以上でかつ $V_{c2}$ 未満のパルス( $V_{i2} - V_{i3}$ )が印加されてON状態が選択される。非選択期間 $t_{12}$ では電圧絶対値が $V_{i1}$ (0)および $V_{i1}$ (360)以下のパルス $\pm V_{i2}$ が印加される為、同状態が維持される。30℃において、 $V_{i1} = 30.0\text{ v}$ 、 $V_{i2} = 12.0\text{ v}$ 、 $V_{i3} = 2.0\text{ v}$ 、パルス幅 $P_r = 250\mu\text{ s}$ 、デューティ比 $1/400$ ( $t_{01} = t_{11} = 500\mu\text{ s}$ 、 $t_0 = t_1 = 400 \times 500\mu\text{ s}$ )として前述の素子を選択的にスイッチングする事が出来た。360°ツイスト状態を暗状態、ユニフォーム状態を明(光透過)状態とする偏光板配置で動作したときの駆動電圧波形と対応する光学応答を図21に示す。同図中 $F_1$ と $F_2$ はOFF選択フレーム、 $F_3$ と $F_4$ はON選択フレームを表わし、 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 及び $T_4$ は各々選択期間である。この光学配置で明状態の光透過率は72%、2状態間のコントラスト比は88であった。

【0046】図22は本発明実施例の駆動電圧波形を複

数の電極で構成されるマトリクスに適用して線順次走査を行うにあたっての、隣接する任意の走査電極に印加される波形のタイミングの一例である。

【0047】(実施例12)市販の液晶組成物(E. Merck社製: MJ90179)に光学活性添加剤(E. Merck社製: S811)を加えてヘリカルピッチ $p=3.6\mu\text{m}$ に調整した。セルにはITOによる走査電極群と信号電極群をマトリクス状に配置した上にポリイミド配向膜を設け、上下基板で反平行方向( $180^\circ$ )のラビング処理を施してギャップ $d=2.0\mu\text{m}$ とした。上記液晶組成物を封入すると界面プレティルト角は上下基板近傍で逆符号をもって約 $4^\circ$ となり、 $p/4 < d < 3p/4$ であるため、液晶分子の配向は基板法線方向に螺旋軸を持つ $180^\circ$ ツイスト状態となった。同液晶表示素子の構造の概略は図1に示してある。本構成の素子は印加される駆動電圧波形に依じて略 $0^\circ$ ツイスト(ユニフォーム)状態と略 $360^\circ$ 状態の2つの準安定状態を生ずる。このようにして得られた液晶パネルを概ね図4に示す回路構成をもって液晶表示装置と成し、本発明の効果を確認した。

【0048】本実施例の基本概念を図23に示す。同図の横軸Tは時間を示し、符号21は電源投入、22はリセットパルス印加期間、23は書き込走査開始、24は照明手段点灯を示す。液晶表示素子部分が初期配向状態とは異なる2つの準安定状態を有し、それらの準安定状態間をスイッチングする物である事を前提として、電源投入21の後に初期配向状態を上記2つの準安定状態のいずれか一方に切り換えるための電圧波形を印加する期間であるリセットパルス印加期間22を設け、次に表示データによる実際の書き込み走査を開始23しながら照明手段を点灯24するという構成になっている。液晶表示素子が反射型等で照明手段を必要としない場合には当然の事ながら照明点灯の項は省略される。

【0049】図24はリセットパルス印加期間22に液晶層に印加される駆動電圧波形の例を示すものである。同図中 $T_1$ は液晶にフレデリクス転移を生ずる為の電圧絶対値が閾値以上のパルスを印加する期間であり、 $T_2$ は準安定状態の何れか一方を選択する為 $T_1$ の最後のパルスに対して逆極性(201)、同極性(202)または絶対値が零(203)のパルスを印加する期間である。201の波形は初期状態のツイスト角 $\phi$ に対して略 $(\phi-180^\circ)$ のツイスト角の準安定状態を生じ、202及び203の波形は略 $(\phi+180^\circ)$ の準安定状態を生ずる。パルス幅を $500\mu\text{sec}$ として $T_1$ に $\pm 30\text{V}$ の電圧を与え、前述の液晶表示装置に適用したところ、 $T_2$ に $-1.5\text{V}$ の電圧を与えた201の波形でユニフォーム配向が得られ、 $T_2$ に $+1.5\text{V}$ の電圧を与えた202の波形及び203の波形によって略 $360^\circ$ ツイストの配向状態が得られた。

【0050】(実施例13)実施例12の駆動電圧波形

を用いて線順次走査する事によって同様な効果を得る例を示す。図25は $n$ 本目を中心に隣接する $(2k+1)$ 本の走査電極に対して $k$ 本毎に位相をずらして駆動電圧波形が印加される場合のタイミングを表わしている。同図では図24の203の波形を用いて位相差を2パルス分としているが、図24の201及び202他の波形も使用可能であり、位相差も任意で良い。 $k=1$ とすれば走査電極1本毎の線順次走査となり、 $k \geq 2$ ではブロック毎の走査となる。実施例12と同様に201の波形は初期状態のツイスト角 $\phi$ に対して略 $(\phi-180^\circ)$ のツイスト角の準安定状態を生じ、202及び203の波形は略 $(\phi+180^\circ)$ の準安定状態を生ずる。実施例12に示した電圧及びパルス幅の条件で $k=1$ として前述の液晶表示装置に適用したところ、201の波形でユニフォーム配向が得られ、202の波形及び203の波形によって略 $360^\circ$ ツイストの配向状態が得られた。

【0051】(実施例14)実施例12、13において、2つの準安定状態の一方を生ずるための駆動電圧波形が、絶対値が初期状態における閾値以上の電圧パルスを印加して液晶分子にフレデリクス転移を生じさせる為の絶対値が素子の閾値以上の電圧パルス群を印加する期間と該電圧パルス群の電圧絶対値を経時的に徐々に、或は複数のステップを経て減少させて、初期状態における液晶のツイスト角略 $\phi$ に対して略 $(\phi-180^\circ)$ のツイスト角を有する準安定状態を生ずる期間から成る例の駆動電圧波形を図26に示す。同図中 $T_{01}$ は液晶分子にフレデリクス転移を生じさせる期間であり、 $T_{02}$ は電圧絶対値を減少させる期間に対応する。301と302はそれぞれ電圧減少を連続的に行う場合とステップ的に行う場合の例である。前述の液晶表示装置に適用してユニフォーム配向の準安定状態が得られた。

【0052】実施例12~14に述べた方法によればバックライト等の照明手段点灯時もしくはオペレーション開始時には液晶表示画面は均一な配向状態を成し、後続する書き込み走査のスタートをスムーズに行う事ができる。

(実施例15)図27は、図28に示す $2n$ 本( $n$ は整数)の走査電極( $C_1, C_2, \dots, C_{2n}$ )から成る表示素子を時分割駆動するにあたって、走査電極を各々 $n$ 本から成る奇数行及び偶数行の2つのブロックに分割し、それぞれを線順次走査、すなわち $C_1, C_3, C_5, \dots, C_{2n-1}, C_2, C_4, C_6, \dots, C_{2n}$ の順に選択走査した場合の、走査電極 $C_1 \sim C_{2n-1}$ 及び $C_{2n}$ へ印加される電圧波形とそのタイミングを表したものである。図中 $t_{i1}$ は走査電極 $C_i$ の選択期間であり、 $t_{i2}$ は非選択期間である。 $t_{i1}$ の直後には $C_i$ の選択期間、その直後には $C_i$ の選択期間(図示せず)が設定されており、 $T_{01}$ の期間で奇数行の選択走査を終了する。続く $T_{02}$ の期間には同様に偶数行の選択走査を行い、 $T_0 (=T_{01}+T_{02})$ の期間で1画面の情報を書

き込む。上記各実施例の駆動電圧波形に上述の方法を適用する事によって見かけの走査周期を $1/2$ に短縮し、画面走査に起因する表示のチラツキを軽減する事が出来た。また、本実施例では走査電極を1本おきに飛び越し走査して2回の画面走査で一画面の情報を書き込む例を示したが、この飛び越し数および分割ブロック数は任意に設定できるものである。 $n$ 本の走査電極を各々 $k$ 本から成るブロックに分割して $n/k$ 回の走査で一画面を形成する場合、1行の選択に要する時間(選択期間)を $T_s$ とするならば

$$k / (T_s \cdot n) \geq f_c$$

$f_c$ : 観察者がチラツキを認識する臨界周波数(Hz)の関係を満たす事が望ましい。

【0053】(実施例16) 本発明の液晶表示素子は2つの準安定状態を表示に用いるため、書き込まれた表示は一定の期間(以下、 $T_s$ とする)に渡ってメモリ状態として保持される。従って全走査電極の連続走査は、 $f_{r.r.} > 1/T_s$  (Hz)

なる周期で行い、1回の連続走査終了後

$1/f_{r.r.} - T_s \cdot n$  ( $n$ : 全走査電極数)の期間には表示情報に書換えの必要が生じた領域を含む走査電極のみに選択波形を線順次印加する事で全画面の表示を維持できる。上記各実施例の駆動電圧波形に $f_{r.r.} = 1.67 \times 10^{-2}$ として上述の方法を適用すると、表示情報の書換えを行わない領域では60秒に1回の周期で行われる全画面走査の期間を除いて光学的変化が無く、表示情報に書換えの必要が生じた領域(走査線数 $n_s$ )においては $1/n_s$  (Hz)の周波数で部分走査がなされるため、全体としてチラツキの軽減された表示を実現する事が出来た。

【0054】

【発明の効果】以上述べたように本発明の液晶表示装置によれば、印加波形によって任意に選択可能な2つの準安定状態間のスイッチングを用いることにより、高コントラスト比で有効視野角の広い高速マルチプレックス駆動の液晶表示装置が実現できる。また、同装置では選択された状態は少なくとも1画面走査時間以上の期間(約10秒)にわたってメモリ状態として保持されるので、単純マトリクス駆動によって走査線数の多い、高精度表示への対応が可能である。本発明は直視型の液晶表

示装置のみならず、各種ライトバルブ、空間変調器、電子写真方式のプリンタヘッド等にも応用できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例の液晶表示装置の構造を示す断面図。

【図2】 実施例の駆動電圧波形と対応する光学応答を示す図。

【図3】 実施例の駆動電圧波形と対応する光学応答を示す図。

【図4】 実施例の液晶表示装置を駆動するための回路構成図。

【図5】 実施例の駆動電圧波形図。

【図6】 実施例の駆動電圧波形図。

【図7】 実施例の駆動電圧波形図及び光学応答図。

【図8】 印加電圧形のタイミングの説明図。

【図9】 実施例の駆動電圧波形図。

【図10】 実施例の駆動電圧波形図。

【図11】 実施例の駆動電圧波形図及び光学応答図。

【図12】 印加電圧形のタイミングの説明図。

【図13】 実施例の駆動電圧波形図。

【図14】 実施例の駆動電圧波形図。

【図15】 実施例の駆動電圧波形図及び光学応答図。

【図16】 実施例の駆動電圧波形図。

【図17】 実施例の駆動電圧波形図。

【図18】 実施例の駆動電圧波形図及び光学応答図。

【図19】 印加電圧形のタイミング説明図。

【図20】 実施例の駆動電圧波形図。

【図21】 実施例の駆動電圧波形図及び光学応答図。

【図22】 印加電圧のタイミング説明図。

【図23】 実施例の時間的構成を表す図。

【図24】 実施例の駆動電圧波形図。

【図25】 印加電圧のタイミング説明図。

【図26】 実施例の駆動電圧波形図。

【図27】 実施例の駆動電圧波形図。

【図28】 実施例の電極構成を示す図。

【図29】 本発明の準安定状態の選択領域を示す図。

【図30】 実施例の光学特性を示す図。

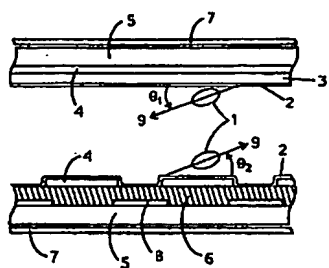
【図31】 実施例の光学特性を示す図。

【図32】 実施例の光学特性を示す図。

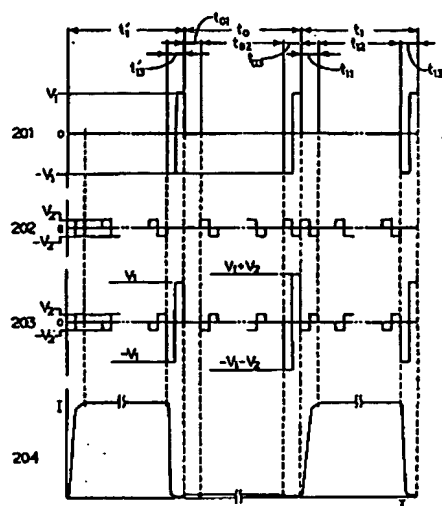
【図33】 実施例の光学特性を示す図。

【図34】 実施例の光学特性を示す図。

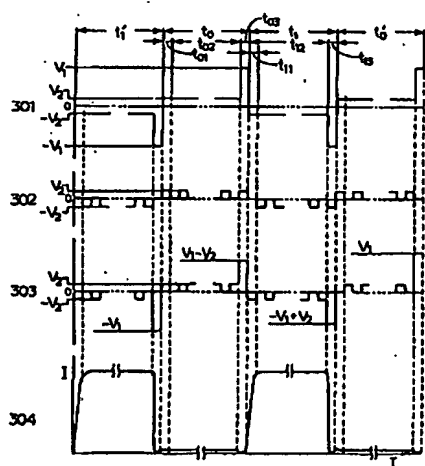
【図1】



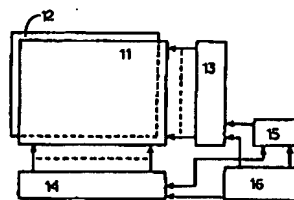
【图2】



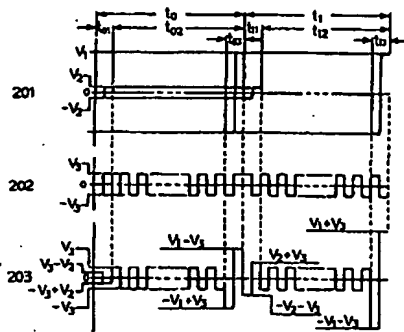
【図3】



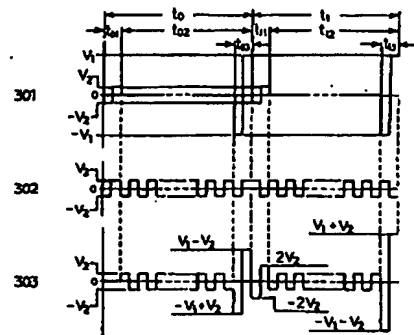
【図4】



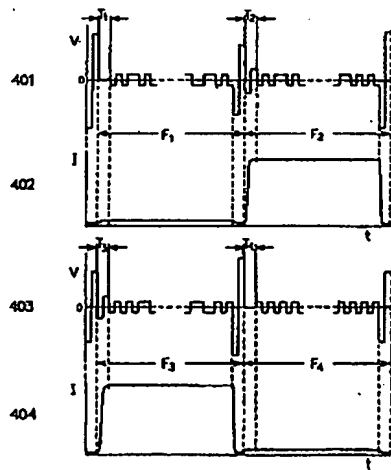
【図5】



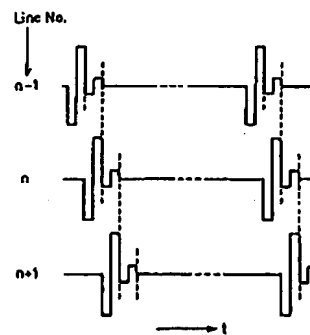
【図6】



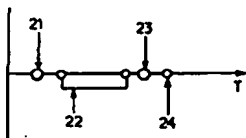
【図7】



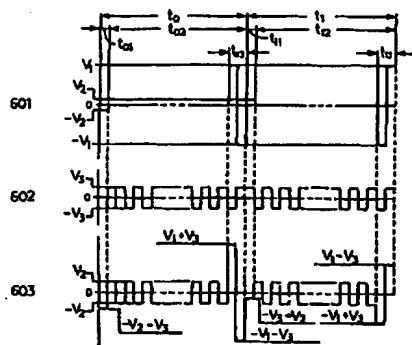
【図8】



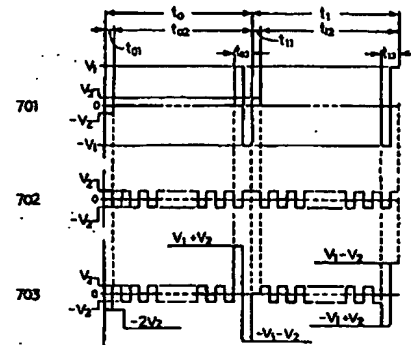
【図23】



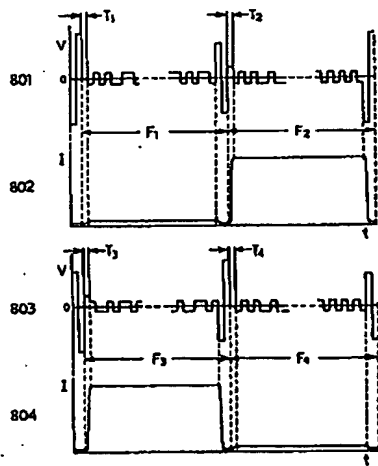
【図9】



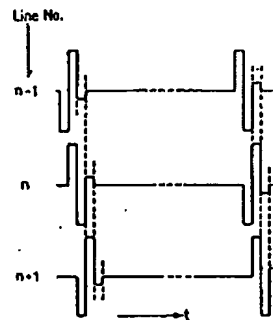
【図10】



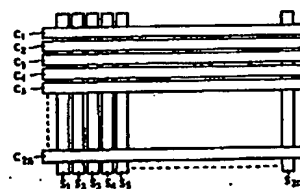
【図11】



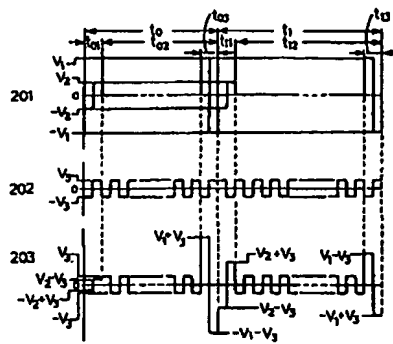
【図12】



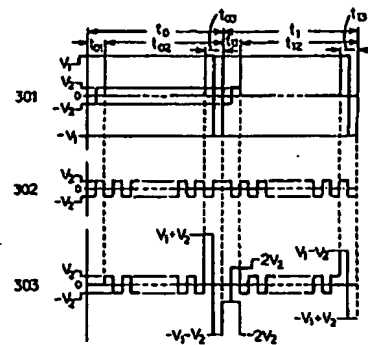
【図28】



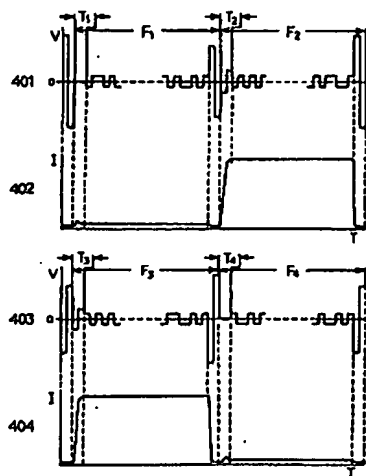
[図13]



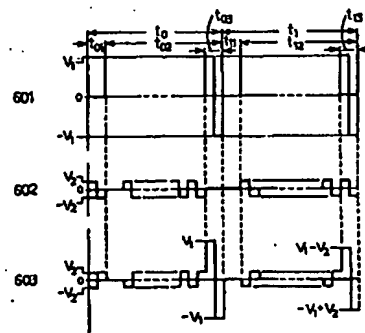
[図14]



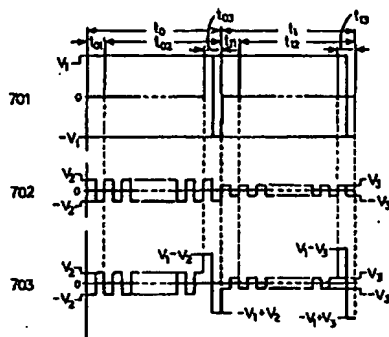
[図15]



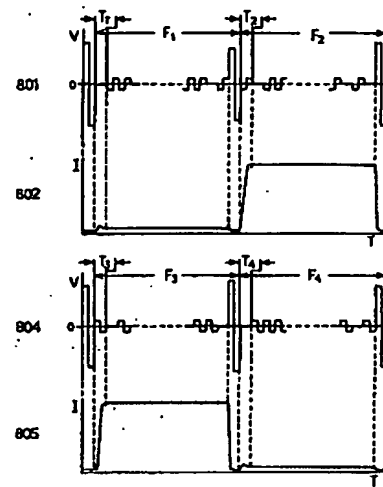
[図16]



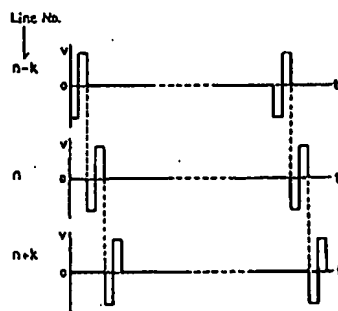
【図17】



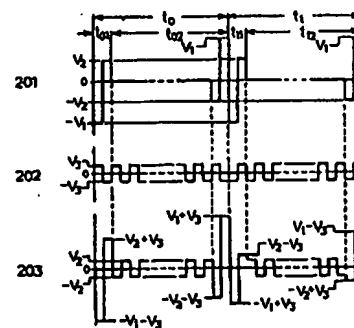
【図18】



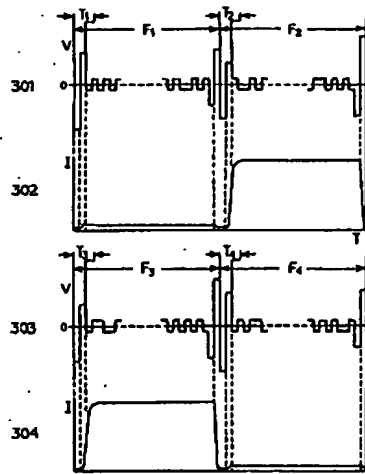
【図19】



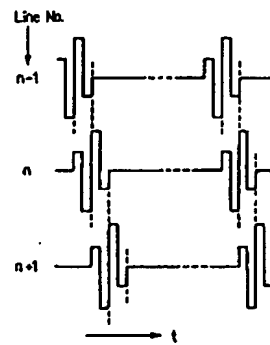
【図20】



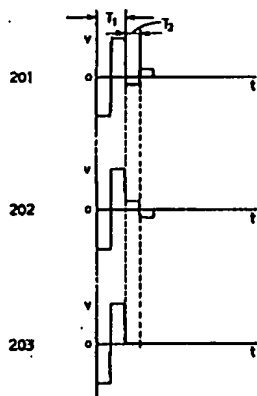
【図21】



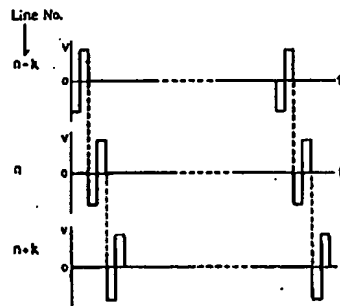
【図22】



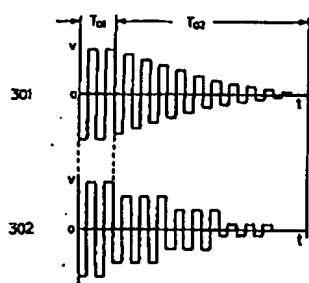
【図24】



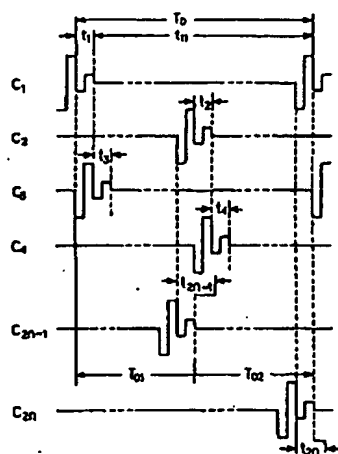
【図25】



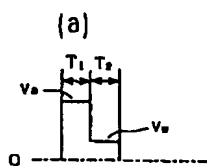
【図26】



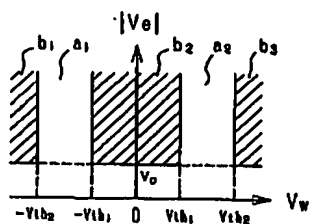
【図27】



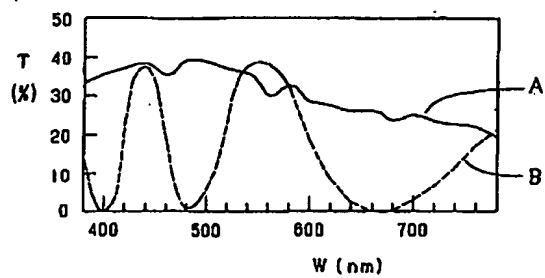
【図29】



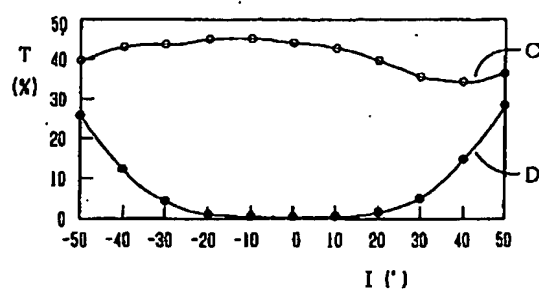
(b)



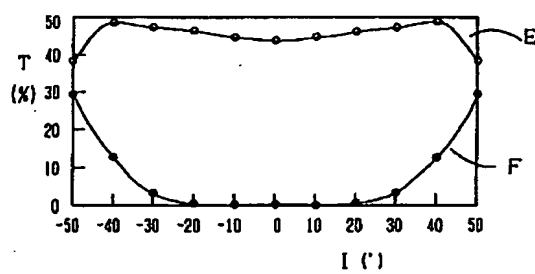
【図30】



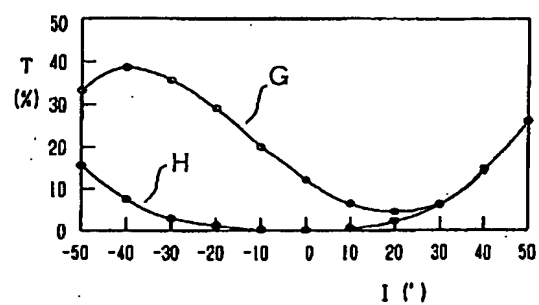
〔図31〕



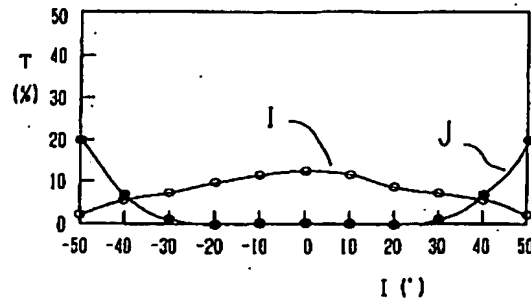
〔図32〕



〔図33〕



【図34】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 特願平4-217932  
 (32)優先日 平4(1992)8月17日  
 (33)優先権主張国 日本(JP)

(31)優先権主張番号 特願平4-326914  
 (32)優先日 平4(1992)12月7日  
 (33)優先権主張国 日本(JP)  
 (31)優先権主張番号 特願平4-326915  
 (32)優先日 平4(1992)12月7日  
 (33)優先権主張国 日本(JP)

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06230751 A**

(43) Date of publication of application: 19.08.94

(51) Int. Cl. **G09G 3/36**  
**G02F 1/133**  
**G02F 1/133**  
**G02F 1/1337**

(21) Application number: 05121996

(22) Date of filing: 26.04.93

(30) Priority: 07.05.92 JP 04114480  
02.06.92 JP 04141442  
16.07.92 JP 04189437  
17.08.92 JP 04217932  
07.12.92 JP 04326914  
07.12.92 JP 04326915

(71) Applicant: **SEIKO EPSON CORP**

(72) Inventor: **TANAKA TAKAAKI**  
**SATO YUZURU**  
**NOMURA HIROO**

(54) **LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE HAVING TWO METASTABLE STATE AND ITS DRIVING METHOD**

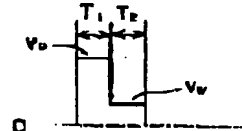
(57) Abstract:

**PURPOSE:** To provide the liquid crystal display device of high-speed multiplex driving which can deal with high-finesness display while maintaining a high contrast ratio and wide visual field angle by imparting bistability to the liquid crystal display device formed by using a nematic liquid crystal.

**CONSTITUTION:** This liquid crystal display device is constituted by holding a chiral nematic liquid crystal having a twisted structure, is provided with a period  $T_1$  when the pulse voltages to generate a Frederick's transition are impressed and a period  $T_2$  when the voltage pulses selected with the critical value generating the metastable state of either of the two metastable state as a reference are impressed. The display is thus made by switching between the bistable states.

**COPYRIGHT:** (C)1994,JPO&Japio

(a)



(b)

